

Acta Bot. Croat. 36 (1977) 75—82

# DJELOVANJE NEKIH TRIAZINSKIH DERIVATA NA RASTENJE I RAZVOJ VODENIH LEĆA

With Summary in English

MARIJANA KRSNIK RASOL i LUKRECIJA RENDIĆ

(Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)

Primljeno 3. 12. 1976.

## Uvod

Prema B r i a n u (1964) herbicide možemo klasificirati na osnovi njihove kemijske prirode u dvije skupine: 1. anorganske supstancije (sumporaste, klorne i nitratne soli te sumporna kiselina) i 2. organske spojeve. Organske spojeve dijeli spomenuti autor u dvije podskupine, ovisno o prisutnosti ili odsutnosti dušika u molekuli. Skupini spojeva s dušikom pripadaju, uz ostale spojeve, i triazini. Među triazinima dobro su poznati klorazin: 2-kloro-4,6-bis(dietilamino)-1,3,5-triazin, simazin: 2-kloro-4,6-bis(etilamino)1,3,5-triazin (H a m i l t o n i M o r e l a n d 1962, T w e e d y i R i e s 1967) i atrazin: 2-kloro-4-etilamino-6-izopropilamino-s-triazin (A s h t o n, G i f f o r d i B i s a l p u t r a 1963 i dr.).

Na Zavodu za biokemiju Tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom prof. dra P. Mildnera, sintetiziran je čitav niz spojeva derivata di(s-triazinil)sulfida. Ljubaznošću prof. dra P. Mildnera dobili smo na raspolaganje dva spoja, čije smo djelovanje na rast i razvoj biljaka željeli ispitati (Mildner, Miha nov i ć, P o j e 1972, 1973; P o j e, M i h a n o v i ć, M i l d n e r 1975).

Kraticom CTS označen je 4-kloro-4',6-bis(etilamino)-6'-izopropilamino-di(s-triazinil)sulfid, a CPS je 4-kloro-4',6-bis(izopropilamino)-6'-etilamino-di(s-triazinil)-sulfid. (Pod nazivom atrazin poznat je 2-kloro-4-etilamino-6-izopropilamino-s-triazin.) U svrhu međusobne usporedbe, sve tri supstancije upotrebljene su u molarnim koncentracijama, i to od  $10^{-3}$  do  $10^{-7}$  M. Djelovanje supstancija bilo je trajno, tj. do završetka pokusa.

Za pokuse su, kao eksperimentalni objekt, poslužile vodene leće *Lemna gibba* L. i *Spirodela polyrrhiza* L. One su monokotiledone poput mnogih kulturnih biljaka i predstavljaju najjednostavnije i najmanje

biljke među sjemenjačama, a vrlo su osjetljive na biološki aktivne tvari, napose herbicide. Prikladne su za rad u laboratoriju, jer su malenih dimenzija, jednostavne građe, brzo se vegetativno razmnožavaju i lako se uzgajaju u akseničnim hranidbenim otopinama uz kontrolirane ekološke uvjete.

## Rezultati

### Djelovanje atrazina

Na temelju rezultata dobivenih u pokusima atrazinom na vrstama *L. gibba* i *S. polyrrhiza* uočeno je da samo najniža koncentracija od  $10^{-7}$  M djeluje blago stimulativno na rast biljaka u odnosu na kontrolu, dok sve ostale koncentracije pokazuju inhibitorne učinke (sl. 1. i 2). Inhibicija je to izraženija što je upotrijebljena koncentracija atrazina veća, pa je pri koncentraciji od  $10^{-4}$  M prirast broja biljaka na kraju pokusa, u odnosu na kontrolu, neznatan. Koncentracija  $10^{-5}$  M inhibira rast biljaka, ali je kod ove koncentracije prirast broja biljaka dvostruko veći nego kod  $10^{-4}$  M koncentracije.

Zapaženo je da atrazin u koncentraciji od  $10^{-4}$  M jače koči (oko 3 puta) rast vrste *L. gibba* nego vrste *S. polyrrhiza*.

Pod utjecajem atrazina došlo je i do morfoloških promjena. Biljke su klorotičnog izgleda, a redovita je pojava da kod vrste *L. gibba* majčinska biljka nakon osamostaljivanja mladih pupova uquine. Većina tih novonastalih jedinki znatno je manja od normalnih biljaka, a korijenje je kraće nego kod netretiranih jedinki.

Kod vrste *S. polyrrhiza* također dolazi do morfoloških promjena, međutim tu je majčinska biljka normalne veličine i oblika, dok većina mladih jedinki ugiba prije osamostaljivanja. U normalnim uvjetima *S. polyrrhiza* ima naličje crvenosmeđe, zbog antocijana u staničnom soku, a pod utjecajem viših koncentracija atrazina, biljke gube crvenu boju. Stvaranje turiona, koji su karakteristični za ovu vrstu, smanjuje se pod utjecajem atrazina.

Prirast svježje i suhe tvari smanjen je u obiju vrsta u skladu s promjenama broja biljaka (sl. 3. i 4).

### Djelovanje CTS-a

U svim korištenim koncentracijama CTS djeluje inhibitorno na rast vrste *L. gibba* u odnosu na kontrolu (sl. 5). Inhibitorno djelovanje CTS-a u nižim koncentracijama na rast vrste *L. gibba* nije posve u skladu s koncentracijama. Tako je koncentracija od  $10^{-6}$  M pokazivala najslabije inhibitorno djelovanje, a isto tako koncentracija od  $5 \cdot 10^{-7}$  M djelovala je nešto slabije inhibitorno od koncentracije  $10^{-7}$  M. Nedvojbeno je, međutim, snažno inhibitorno djelovanje koncentracije od  $10^{-3}$  M CTS-a, kod koje je prirast broja biljaka neznatan, ne samo u odnosu na kontrolu nego i u odnosu na sve ostale upotrijebljene koncentracije. Tako je npr. pri koncentraciji od  $10^{-5}$  M prirast broja biljaka 6 puta veći nego pri koncentraciji od  $10^{-3}$  M.

Različita veličina biljaka, nepravilan oblik, žućenje te smeđa boja biljaka, sve su to promjene koje se javljaju pri koncentraciji od  $10^{-5}$  M, a rjeđe i kod  $10^{-6}$  M.

Kod vrste *S. polyrrhiza* CTS u nižim koncentracijama ( $10^{-6}$  i  $10^{-7}$  M) djeluje blago stimulativno na razmnožavanje biljaka u odnosu na kontrolu (sl. 6). Ostale korištene koncentracije ( $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$  i  $10^{-3}$  M) pokazuju inhibitorne učinke, i to koncentracija od  $10^{-3}$  M najjači.

Žutilo, nepravilan oblik te smeđa boja biljaka, redovita su pojava u biljaka tretiranih CTS-om (sl. 13. i 14).

Pod utjecajem CTS-a težina svježje, odnosno suhe tvari mijenja se u skladu s promjenama broja biljaka u obiju vrsta (sl. 7. i 8).

### Djelovanje CPS-a\*

Kod vrste *L. gibba* samo najveća koncentracija od  $10^{-4}$  M pokazuje inhibitoran učinak na rast biljaka. Sve ostale upotrijebljene koncentracije djeluju stimulativno u odnosu na kontrolu (sl. 9). Prirast broja biljaka najveći je kod koncentracije  $5 \cdot 10^{-7}$  M.

Promjene u morfološkom izgledu biljaka u skladu su s promjenama broja biljaka (sl. 15. i 16).

CPS stimulira rast vrste *S. polyrrhiza*. Slabo inhibitorno djelovanje CPS-a u koncentraciji  $10^{-5}$  i  $10^{-6}$  M praktički se može zanemariti (sl. 10).

Promjene su u morfologiji biljaka neznatne, ali je pojačano stvaranje turiona (8—13 po svakoj bočici).

Na slikama 11. i 12. prikazane su promjene u težini svježje i suhe tvari kod vrste *L. gibba*, a slične su utvrđene i kod vrste *S. polyrrhiza*.

## Zaključak

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti:

1. Razmnožavanje vrsta *S. polyrrhiza* i *L. gibba* stimulira samo najniža upotrijebljena koncentracija atrazina ( $10^{-7}$  M), dok više koncentracije koče rast biljaka, izazivajući također i morfološke promjene u biljaka.

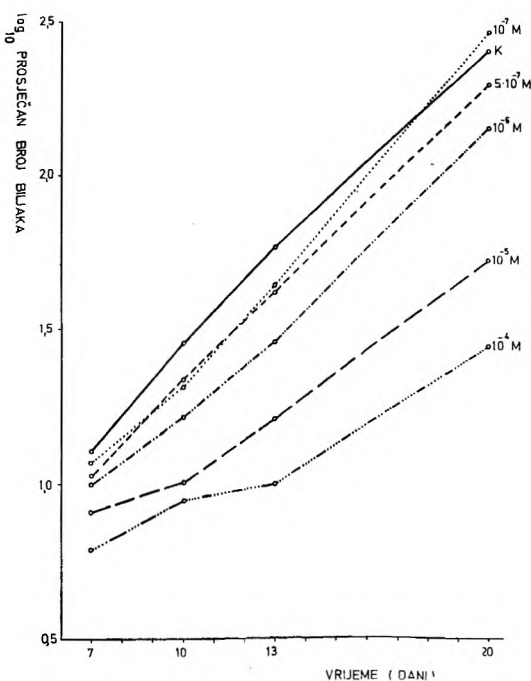
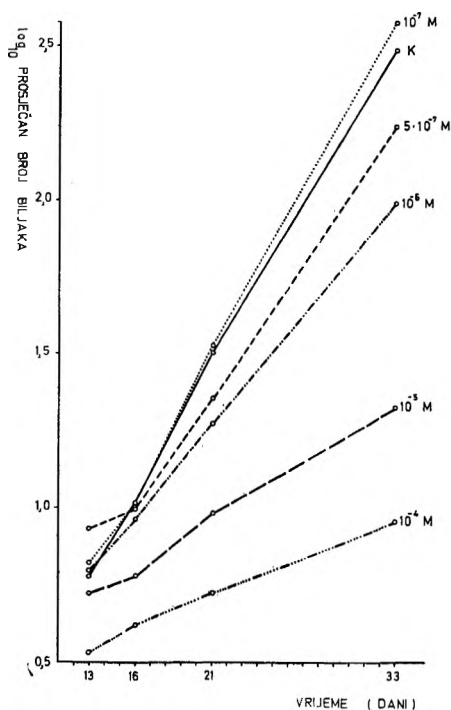
Utvrđeno je inhibitorno djelovanje atrazina na prirast svježje i suhe tvari vrsta *L. gibba* i *S. polyrrhiza* u svim upotrebljenim koncentracijama (isključujući najnižu upotrijebljenu koncentraciju atrazina).

2. CTS djeluje inhibitorno na rast vrste *L. gibba* u svim korištenim koncentracijama, ali to inhibitorno djelovanje nije posve u skladu s koncentracijama CTS-a. Promjene u težini svježje i suhe tvari u skladu su s promjenama u morfološkom izgledu biljaka.

*S. polyrrhiza* otpornija je na djelovanje CTS-a. Niže koncentracije CTS-a ( $10^{-6}$  M) stimuliraju njezin rast, a samo više ( $10^{-5}$ — $10^{-3}$  M) pokazuju inhibitorni učinak.

3. Inhibitorno djelovanje CPS-a znatno je slabije negoli atrazina i CTS-a kod obiju vrsta, a s time su u vezi i neznatne morfološke promjene biljaka. Unatoč tome što CPS nije bio kemijski posve čist, može se zaključiti da mu je djelovanje slabije nego atrazina i CTS-a, jer i u najjačim koncentracijama ima neznatno inhibitorno djelovanje, izuzev koncentracije od  $10^{-4}$  M, koja znatno koči rast vrste *L. gibba*.

\* Rezultati dobiveni u pokusima CPS-om nisu posve pouzdani, jer supstanca koju smo imali na raspolaganju kemijski nije još bila posve čista.

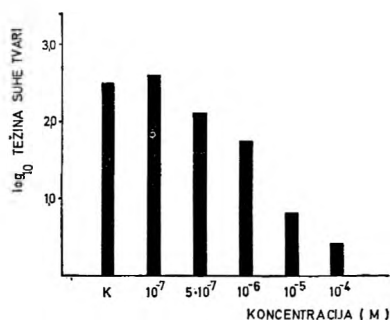
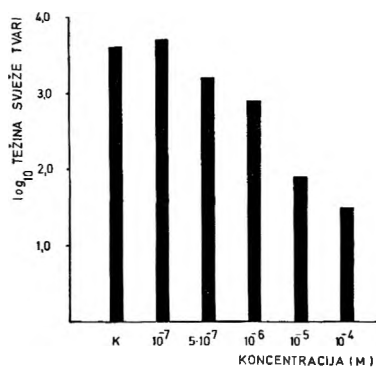


Sl. 1. Djelovanje atrazina na rast vrste *L. gibba*.

Fig. 1. The effect of atrazine on the growth of *L. gibba*. Abscissa: time (in days), ordinate: average number of plants.

Sl. 2. Djelovanje atrazina na rast vrste *S. polyrrhiza*.

Fig. 2. The effect of atrazine on the growth of *S. polyrrhiza*. Abscissa: time (in days), ordinate: average number of plants.

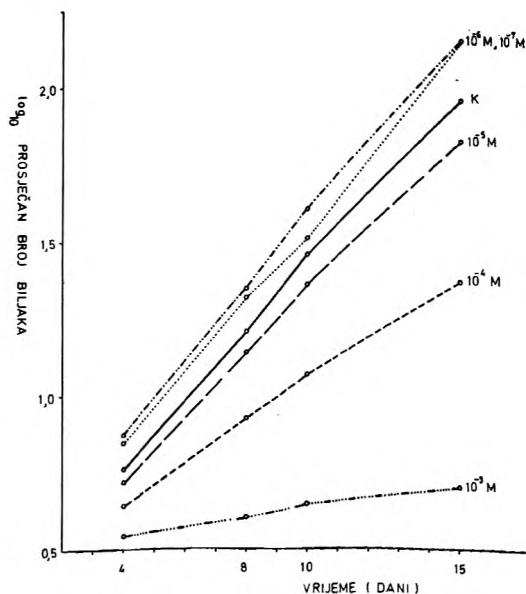
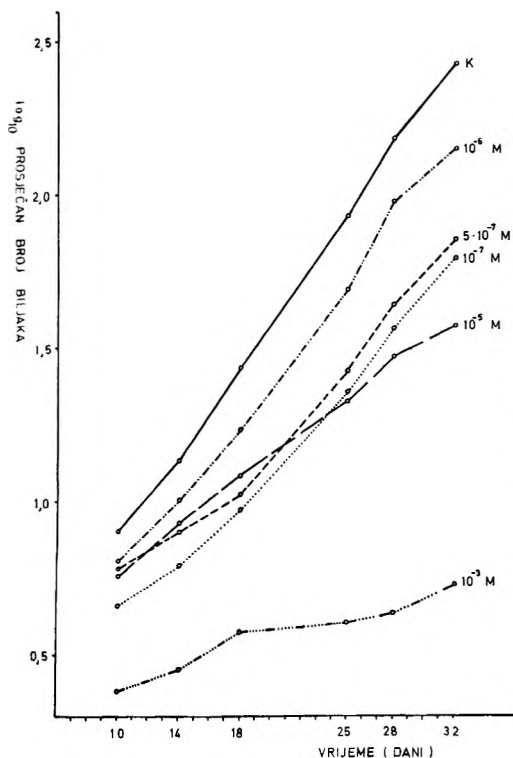


Sl. 3. Djelovanje atrazina na prirast svježje tvari vrste *L. gibba*.

Fig. 3. The effect of atrazine on the increase of fresh weight of *L. gibba*. Abscissa: concentration, ordinate: weight of fresh material.

Sl. 4. Djelovanje atrazina na prirast suhe tvari vrste *L. gibba*.

Fig. 4. The effect of atrazine on the increase of dry weight of *L. gibba*. Abscissa: concentration, ordinate: weight of dry material.

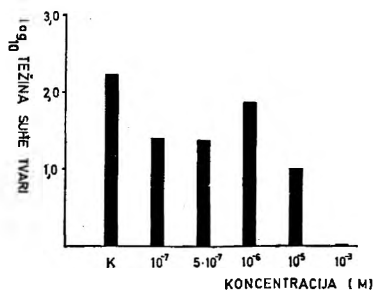
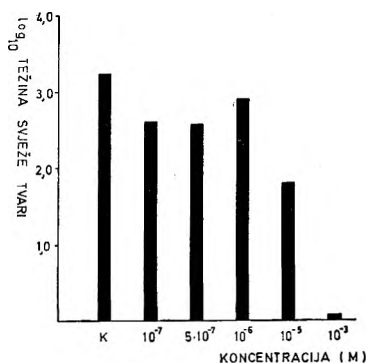


Sl. 5. Djelovanje CTS-a na rast vrste *L. gibba*.

Fig. 5. The effect of CTS on the growth of *L. gibba*. Abscissa: time (in days), ordinate: average number of plants.

Sl. 6. Djelovanje CTS-a na rast vrste *S. polyrrhiza*.

Fig. 6. The effect of CTS on the growth of *S. polyrrhiza*. Abscissa: time (in days), ordinate: average number of plants.

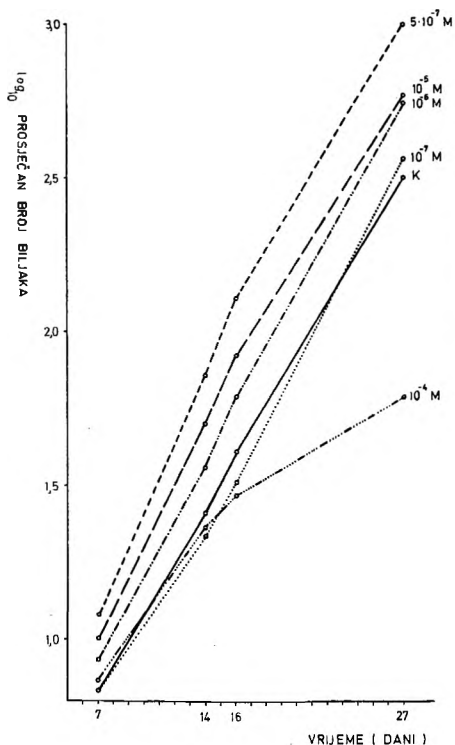


Sl. 7. Djelovanje CTS-a na prirast svježe tvari vrste *L. gibba*.

Fig. 7. The effect of CTS on the increase of fresh weight of *L. gibba*, Abscissa: concentration, ordinate: the weight of fresh material.

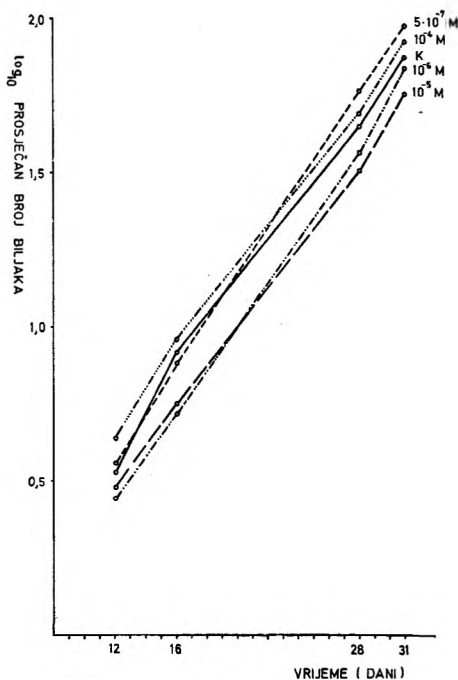
Sl. 8. Djelovanje CTS-a na prirast suhe tvari vrste *L. gibba*.

Fig. 8. The effect of CTS on the increase of dry material of *L. gibba*. Abscissa: concentration, ordinate: the weight of dry material.



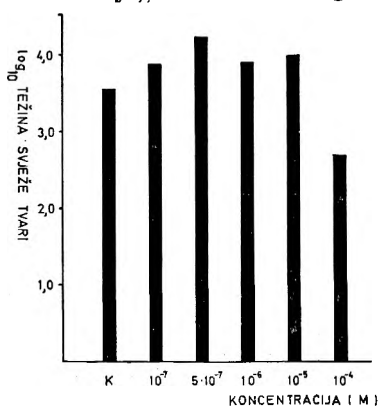
Sl. 9. Djelovanje CPS-a na rast vrste *L. gibba*.

Fig. 9. The effect of CPS on the growth of *L. gibba*. Abscissa: time (in days), ordinate: average number of plants.



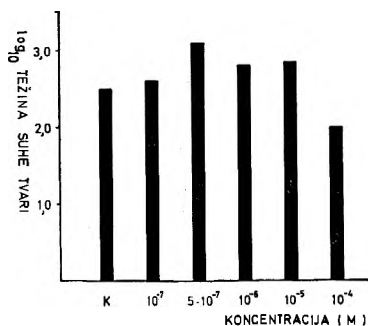
Sl. 10. Djelovanje CPS-a na rast vrste *S. polyrrhiza*.

Fig. 10. The effect of CPS on the growth of *S. polyrrhiza*. Abscissa: time (in days), ordinate: average number of plants.



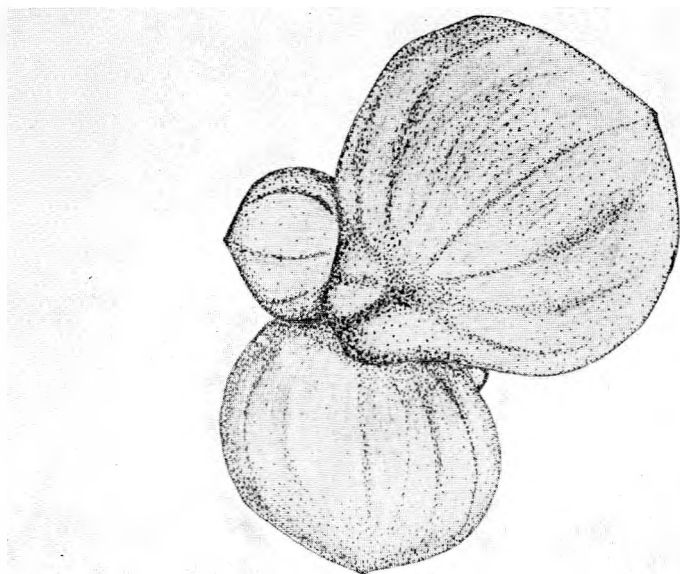
Sl. 11. Djelovanje CPS-a na prirast svježe tvari vrste *L. gibba*.

Fig. 11. The effect of CPS on the increase of fresh weight of *L. gibba*. Abscissa: concentration, ordinate: the weight of fresh material.



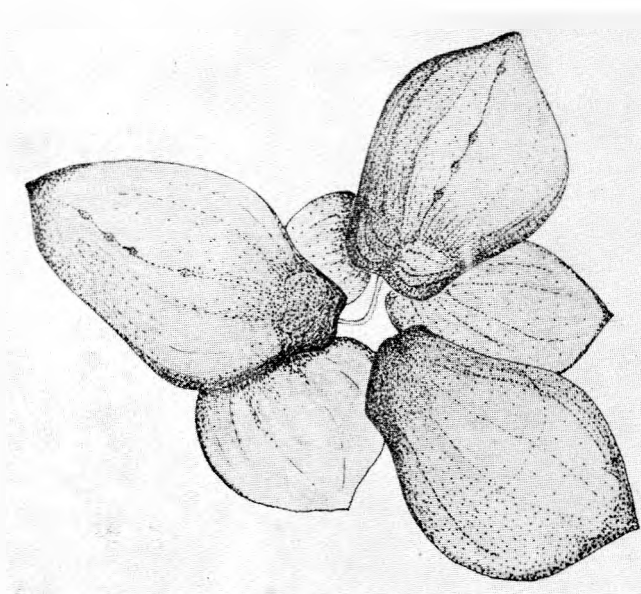
Sl. 12. Djelovanje CPS-a na prirast suhe tvari vrste *L. gibba*.

Fig. 12. The effect of CPS on the increase of dry material of *L. gibba*. Abscissa: concentration, ordinate: the weight of dry material.



Sl. 13. Morfološki izgled jedinki vrste *S. polyrrhiza* bez utjecaja CTS-a (kontrola).

Fig.13. The morphology of *S. polyrrhiza* (untreated material).



Sl. 14. Morfološki izgled biljaka vrste *S. polyrrhiza*, koje su tretirane CTS-om u koncentraciji od  $10^{-4}$  mola.

Fig.14. The morphology of *S. polyrrhiza* after treatment with CTS at the concentration  $10^{-4}$  M.



Sl. 15. Morfološki izgled jedinki vrste *L. gibba* bez utjecaja CPS-a (kontrola).  
 Fig.15. The morphology of *L. gibba* (untreated material).



Sl. 16. Morfološki izgled biljaka vrste *L. gibba*, koje su tretirane CPS-om u koncentraciji od  $10^{-4}$  mola.  
 Fig.16. The morphology of *L. gibba* after treatment with CPS at the concentration  $10^{-4}$  M.



Profesoru dru Z. Devidéu najljepše zahvaljujemo na pomoći i savjetima.

### Literatura

- Ashton, F. M., E. M. Gifford, T. Bisalputra, 1963: Structural changes in *Phaseolus vulgaris* induced by atrazine. I. Histological changes. Bot. Gaz. 124, 329—335.
- Brian, R. C., 1964: The classification of herbicides and types of toxicity. In: The physiology and biochemistry of herbicides (Ed. Audus, L. J.) p.1—33, Acad. Press, London.
- Hamilton, R. H., D. E. Moreland, 1962: Simazine: Degradation by corn seedlings. Science 135, 373—374.
- Hoxha, Y., 1974: Istraživanje djelovanja atrazina i ditriazinil sulfida »CTS« na neke biljke. Magisterski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Mildner, P., B. Mihanović, M. Poje, 1972: Degradation of 4-chloro-4',6-bis(isopropylamino)-6'-ethylamino-di-(s-triazinyl)sulphide by plant tissue. Febs letters 22, 117.
- Mildner, P., B. Mihanović, M. Poje, 1973: Synthesis of di (s-triazinyl) sulphides and disulphides. The promoting effect of oxidants on the cleavage of the thioether Bond. Croat. Chem. Acta 45, 489—494.
- Poje, M., B. Mihanović, P. Mildner, 1975: Synthesis of 2-S-D-glucopyranosyl-4'-ethylamino-6-isopropylamino-s-triazine. Bull. sci. Sect. A Yougosl. 20, No 9—10, 274.
- Tweedy, J. A., S. K. Ries, 1967: Effects of simazine on nitrate reductase activity in corn. Plant. Physiol. 42, 280—282.

### SUMMARY

#### THE EFFECT OF SOME TRIAZINE DERIVATIVES ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF DUCKWEEDS

Marijana Krsnik Rasol and Lukrecija Rendić

(Department of Botany, Faculty of Science, University of Zagreb)

The effect of atrazine and of two newly synthesized derivatives of ditriazinil sulphides (4-chloro-4',6-bis(ethylamino)-6'-isopropylamino-di-(s-triazinyl)-sulphide = CTS and 4-chloro-4',6-bis(isopropylamino)-6'-ethylamino-di-(s-triazinyl)-sulphide = CPS) on the development and changes of fresh and dry weight of *Lemna gibba* L. and *Spirodela polyrrhiza* L. has been investigated.

It has been found that CTS considerably inhibits the growth and the increase of fresh and dry weight of the plants. Its inhibitory effect is, at least in the case of *L. gibba* stronger than the effect of atrazine (Figs. 1—8.). The results prove that with a higher concentration of the investi-

gated active substances the increase in the number of plants is reduced while the morphological abnormalities become more and more frequent (Figs. 13.—16.).

Although the chemical structure of CPS is very similar to CTS its inhibitory effects is much weaker than that of CTS (Figs. 9.—12).

*Marijana Krsnik Rasol*  
*Lukrecija Rendić*  
Botanički zavod (IV)  
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta  
Rooseveltov trg 6/III, p.p. 933  
Yu-41001 Zagreb (Jugoslavija)